

# Laser radar fiber optic coupling system having laser source/lens forming image with light through mirror hole and coupled fibers/telescope section detector/lens

**Publication number:** FR2844603

**Publication date:** 2004-03-19

**Inventor:** BALUTEAU JEAN MICHEL

**Applicant:** BALUTEAU JEAN MICHEL (FR)

**Classification:**

- international: **G01S7/481**; G02B6/42; **G01S7/481**; G02B6/42; (IPC1-7): G01S17/02; G02B6/43

- european: G01S7/481B3

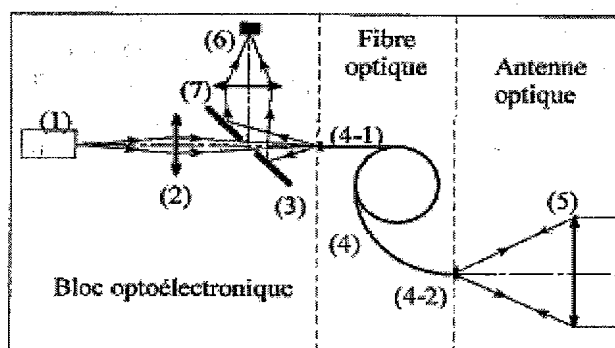
**Application number:** FR20020011398 20020913

**Priority number(s):** FR20020011398 20020913

Report a data error here

## Abstract of **FR2844603**

The fiber optic coupling system has a laser source (1) with a lens (2) forming an image. Light passes through a hole in a mirror (3) and couples to fiber optics (4). Light outputs from a telescope section (5) to a detector and lens system.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑫

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

②2 Date de dépôt : 13.09.02.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 19.03.04 Bulletin 04/12.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la  
procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : BALUTEAU JEAN MICHEL — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BALUTEAU JEAN MICHEL.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 DISPOSITIF DE COUPLAGE PAR FIBRE OPTIQUE D'UN SYSTEME EMETTEUR RECEPTEUR OPTIQUE.

⑤7 Dispositif de couplage par fibre optique d'un système émetteur récepteur optique. L'invention concerne un dispositif permettant de coupler par une même fibre optique un bloc optoélectronique, comportant une source de lumière et un détecteur, à une antenne optique bidirectionnelle, applicable en particulier à un système télémétrique mono statique coaxial de type LIDAR.

Les éléments constitutifs du dispositif d'émission et réception, à savoir pour l'émission la source de lumière (1), une lentille (2), un miroir percé (3) circonscrit au faisceau, utilisé comme séparateur, et pour la réception la partie active du miroir (3), une lentille de focalisation (7), un détecteur (6), ainsi que les composants électroniques habituellement associés, sont rassemblés dans un bloc optoélectronique. La fibre optique (4) couple le bloc optoélectronique à une antenne optique bidirectionnelle, en principe un télescope (5).

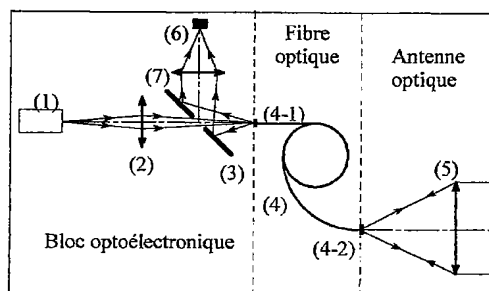
L'utilisation d'une fibre optique dans cette configuration offre trois avantages importants:

- les faisceaux de lumière émis et reçus par le télescope sont intrinsèquement alignés,
- les parties fragiles incluses dans le bloc optoélectronique peuvent être déportées en un endroit à l'abri des contraintes d'environnement et des vibrations, ce qui est

important pour un instrument de terrain ou pour un instrument embarqué,

- les pertes dues à la séparation des faisceaux sont très faibles par rapport aux systèmes classiques (< 3%),

- enfin le faisceau gaussien issu du laser est pratiquement plat en sortie de fibre, ce qui participe à l'amélioration de la sécurité oculaire.



- 1 -

La présente invention concerne un dispositif de couplage par fibre optique d'un système émetteur récepteur optique, permettant de réaliser des systèmes de télémétrie à injection et réception coaxiales. D'une part, ce dispositif permet le couplage de la lumière émise à l'antenne optique et l'émission de cette lumière en direction de la cible. D'autre part, il permet la transmission de la  
 5 lumière rétrodiffusée par la cible de l'antenne optique vers le détecteur. Les antennes optiques utilisées dans les systèmes télémétriques sont généralement très ouvertes et de très faible divergence en réception ce qui leur permet, d'une part de récupérer le maximum de lumière rétrodiffusée et d'autre part de limiter le bruit dû à la lumière du fond. Les systèmes télémétriques se composent d'une source lumineuse de type laser, d'un système optique d'émission, d'un système optique de  
 10 réception et d'un détecteur.

Sans parler des dispositifs télémétriques non coaxiaux, qui présentent des inconvénients importants, rédhibitoires pour l'étude précise des propriétés optiques de l'atmosphère, les systèmes mono statiques coaxiaux utilisent la même optique d'émission réception et comportent donc un dispositif de séparation des faisceaux aller et retour. La réalisation de tels systèmes présentent trois difficultés  
 15 majeures :

- 1- La grande ouverture et la faible divergence ( $< 100 \mu\text{rad}$ ) des télescopes utilisés ont pour conséquence que le réglage très précis du parallélisme des faisceaux d'émission et réception et le maintien dans le temps de ce réglage sont très délicats. Ce réglage est d'autant plus difficile à maintenir lorsqu'il s'agit d'instruments de terrains ou embarqués  
 20 soumis à des contraintes d'environnement très sévères.
- 2- Le critère de sécurité oculaire, qui doit être absolument respecté pour envisager la réalisation d'instruments de terrain autonomes, représente une contrainte d'autant plus forte que le faisceau laser est gaussien. Le respect de ce critère nécessite donc un élargissement important du faisceau d'émission.
- 25 3- Le système de séparation de faisceaux doit être idéalement sans pertes et ne doit pas induire de lumière parasite.

L'insertion d'une fibre optique entre le bloc optoélectronique composé du laser, du détecteur et du système de séparation et le télescope améliore nettement la résolution de ces problèmes :

- 1- La fibre optique assure intrinsèquement l'alignement des faisceaux émis et reçus.
- 30 2- Le respect du critère de sécurité oculaire est facilité par le caractère non gaussien du faisceau en sortie de fibre.
- 3- La transformation de l'étendue géométrique de faisceau réalisée par la fibre permet l'utilisation d'un système de séparation induisant des pertes très faibles ( $< 3\%$ ).
- 4- Enfin, la fibre optique permet de désolidariser le bloc optoélectronique de l'antenne  
 35 optique et ainsi de placer celui-ci à l'abri des contraintes d'environnement.

Le dispositif, schématisé sur la figure 1, se compose de trois parties sur le dispositif:

- 2 -

- Le bloc optoélectronique situé en aval de la fibre optique composé du laser (1), de la lentille de focalisation (2), du système de séparation (3), du détecteur (6) et d'une lentille focalisant le faisceau de retour sur le détecteur (7).
- une fibre optique (4) dont l'entrée (4-1) est placée au point image du laser par la lentille (2) et la sortie (4-2) au foyer de l'antenne optique.
- Une antenne optique (5) d'ouverture numérique égale à celle de la fibre, éclairant un milieu diffusant et recevant en retour la partie de la lumière rétro-diffusée par les particules dans son champ.

Sur la figure 1, on a représenté un système de séparation spatial de type miroir percé et l'antenne optique, constituée par un système dioptrique composé d'une lentille corrigée. L'utilisation de ce séparateur spatial est rendue possible par la transformation de l'étendue géométrique du faisceau incident par la fibre optique. En effet, le faisceau gaussien, issu du laser avec une divergence faible devant l'ouverture numérique ON de la fibre, est couplé dans la fibre multimode. La propagation du mode gaussien dans une fibre multimode, donc de cœur relativement large, entraîne des couplages vers d'autres modes de la fibre et au bout d'une longueur suffisante de propagation, la lumière est couplée sur tous les modes de la fibre. A la sortie de la fibre, la divergence du faisceau est donc égale à l'ouverture numérique de la fibre. Dans le sens de la réception, la lumière rétrodiffusée est couplée dans la fibre par l'antenne optique et elle se propage dans la fibre de laquelle elle sort avec une divergence égale à l'ouverture numérique de la fibre. Si on considère les faisceaux à la sortie de la fibre optique (4-2), comme le montre la figure 2, on constate que l'ouverture numérique du faisceau d'émission et celle du faisceau de réception sont identiques. Cela constitue un avantage important pour le système. De plus, l'égalité des divergences d'émission-réception implique que le faisceau laser éclaire toute l'ouverture du système optique et le dispositif peut ainsi répondre plus facilement au critère de sécurité oculaire. Si on considère le bloc optoélectronique, comme le montre la figure 2, on constate que, dans un plan situé entre le système de séparation et l'extrémité de la fibre (4-1), le diamètre du faisceau d'émission est beaucoup plus faible que celui du faisceau de réception.

On peut donc utiliser comme système de séparation un miroir percé d'un trou circonscrit au faisceau laser incident. Le faisceau de retour, de divergence plus grande, est quant à lui réfléchi par le miroir. Les pertes sur le faisceau de retour induites par le trou dans le miroir dépendent du rapport entre la divergence du laser et l'ouverture numérique de la fibre et elles peuvent être très faibles ( $< 3\%$ ).

Un exemple de système conforme à la présente demande peut donc être constitué conformément à la figure 1. Les différents composants ne sont pas représentés à la même échelle, étant donné la taille de l'antenne optique (5). Le faisceau laser issu d'un laser Nd :YAG à 532 nm de divergence totale de 12 mrad et émettant 3  $\mu$ J se propage de la gauche vers la droite sur un axe horizontal et rencontre dans l'ordre :

- 3 -

- une lentille (2) de focale 30 mm et de diamètre 12,7 mm, placée à 80 mm du laser et donnant une image réelle du faisceau laser sur l'entrée de la fibre (4-1).
- un miroir plan (3) de diamètre 12,7 mm, percé d'un trou circonscrit au faisceau laser de diamètre 1 mm, placé à 20 mm de la lentille (2) et incliné à 45° sur l'axe optique de façon à réfléchir le faisceau de retour à 90° de cet axe.
- une fibre optique (4) multimode, 50/125, d'ouverture numérique 0.20, de longueur 3 m, dont l'extrémité (4-1) est placée au point image du laser et la sortie (4-2) au foyer du télescope.
- Une antenne optique constituée d'une lentille corrigée (5) de focale 500 mm et de diamètre 200 mm qui éclaire un milieu diffusant.

Au retour, la lumière rétrodiffusée par le milieu diffusant dans le champ de l'antenne optique rencontre successivement :

- L'antenne optique (5) qui focalise cette lumière sur l'extrémité (4-2) de la fibre.
  - la fibre optique (4)
  - le miroir percé (3) incliné à 45° qui dévie cette lumière rétrodiffusée dans une direction perpendiculaire à sa direction initiale vers (7)
  - une lentille (7) de focale 30 mm, de diamètre 12,7 mm, située à 30 mm du miroir percé focalisant sur le détecteur (6)
  - le détecteur (6) placé à 70 mm de la lentille (7)
20. Ce dispositif fonctionne donc de la façon suivante : la lumière émise par le laser est focalisée par la lentille (2) sur l'extrémité (4-1) de la fibre. Au passage, elle traverse le miroir percé (3) situé entre la lentille (2) et la fibre optique (4). La lumière sort de la fibre en (4-2) au foyer de la lentille corrigée (5) avec une demi-divergence de 0.20. Elle éclaire donc à 500 mm toute la lentille (5) de 200 mm. Le critère de sécurité oculaire est ainsi respecté. La divergence totale du faisceau émis vers le milieu diffusant est de 100  $\mu$ rad. Sur le trajet retour, la lumière rétrodiffusée par le milieu diffusant dans un angle total de 100  $\mu$ rad dans le champ de la lentille (5) est focalisée par cette même lentille dans le cœur de la fibre (4-2). Elle est ensuite transmise dans la fibre et en sortie, elle éclaire le miroir (2) placé à 20 mm de la sortie de fibre avec une demi-divergence égale à l'ouverture numérique de la fibre soit 0.20. Le miroir est donc éclairé sur une surface de diamètre 2 x 0.20 x 20 mm soit 8 mm. Les pertes dues au trou de diamètre 1 mm dans le miroir sont donc, dans ce cas, de 1,5 %. Le miroir réfléchit la lumière rétrodiffusée qui est focalisée au passage par la lentille (7) vers le détecteur (6). Les dimensions et valeurs numériques données dans cet exemple ne sont pas limitatives.

Sans sortir du cadre de cette invention, les différents éléments constituant le dispositif pourront être remplacés par des éléments équivalents. Le système de séparation pourra être remplacé par tout autre dispositif de séparation comme par exemple une lame transparente sur laquelle un traitement

- 4 -

réfléchissant aurait été déposé sur une partie de sa surface, une lame semi-transparente, un dispositif de séparation temporel de déviation de faisceaux de type acousto-optique ou électro-optique.

La lentille corrigée constituant l'antenne optique pourra quant à elle être remplacée par tout système optique de type télescope. Enfin, tout type de fibre optique monomode ou multimode pourra être

5 utilisé en restant dans le cadre de l'invention.

Le dispositif selon l'invention est particulièrement prévu pour la réalisation d'instruments de terrain autonomes et fiables, type Lidar ou télémètre, destinés notamment à l'étude des propriétés optiques de l'atmosphère et de ses constituants.

## REVENDICATIONS

1) Dispositif de couplage par fibre optique d'un système émetteur récepteur optique, applicable en particulier à un système télémétrique mono statique coaxial de type LIDAR, caractérisé en ce qu'il comporte les éléments suivants, pris en combinaison :

- (1) une source de type Laser,
- 5 - (2) une lentille donnant une image réelle du faisceau laser,
- (3) un miroir percé disposé à  $45^\circ$  dont le trou est circonscrit au faisceau laser,
- (4) une fibre optique dont l'entrée (4-1) est placée au point image du laser et la sortie (4-2) au foyer du télescope,
- 10 - (5) un télescope d'ouverture numérique égale à celle de la fibre, éclaire un milieu diffusant et reçoit en retour la partie de la lumière diffusée par les particules dans son champ ; cette lumière est focalisée au foyer sur l'extrémité (4-2) de la fibre optique.
- (6) un détecteur,
- (7) une lentille focalisant sur le détecteur (6) la lumière de retour issue de  
15 l'extrémité (4-1) de la fibre, renvoyée à  $90^\circ$  en quasi totalité par le miroir (3).

2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le séparateur à miroir percé serait remplacé par un autre type de séparateur spatial tel qu'une lame de verre localement réfléchissante ou une lame semi-transparente.

3) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le séparateur à miroir percé  
20 serait remplacé par un séparateur temporel déviateur de faisceau de type acousto-optique ou électro-optique.

1/1

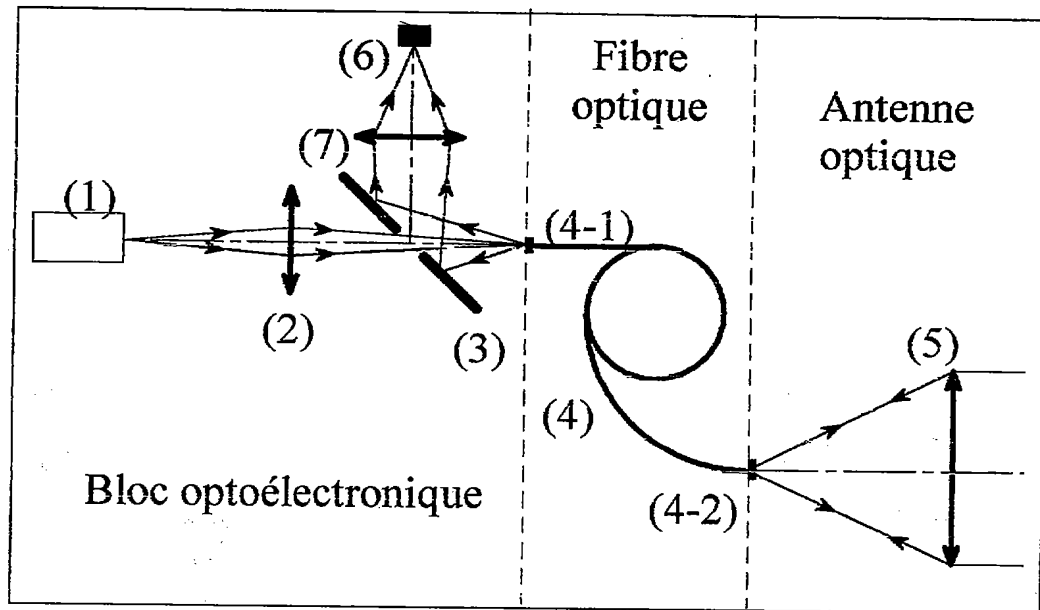


FIGURE 1

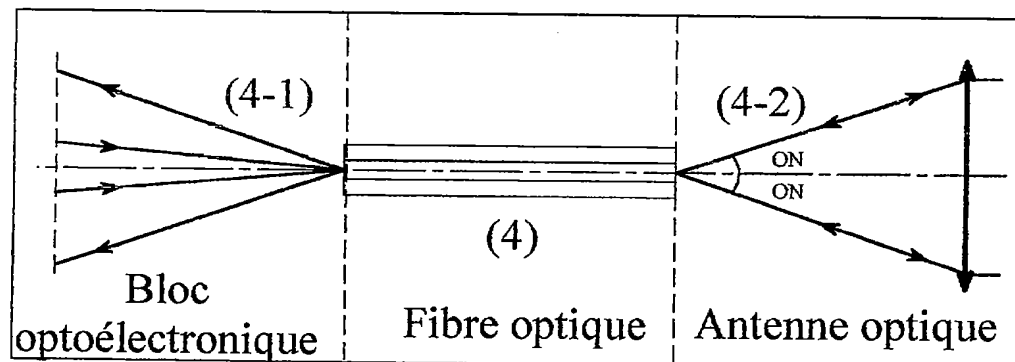


FIGURE 2